

(19)日本国特許庁 (J P)      (12) 公 開 特 許 公 報 (A)      (11)特許出願公開番号  
特開平10-255319  
(43)公開日 平成10年(1998) 9 月25日

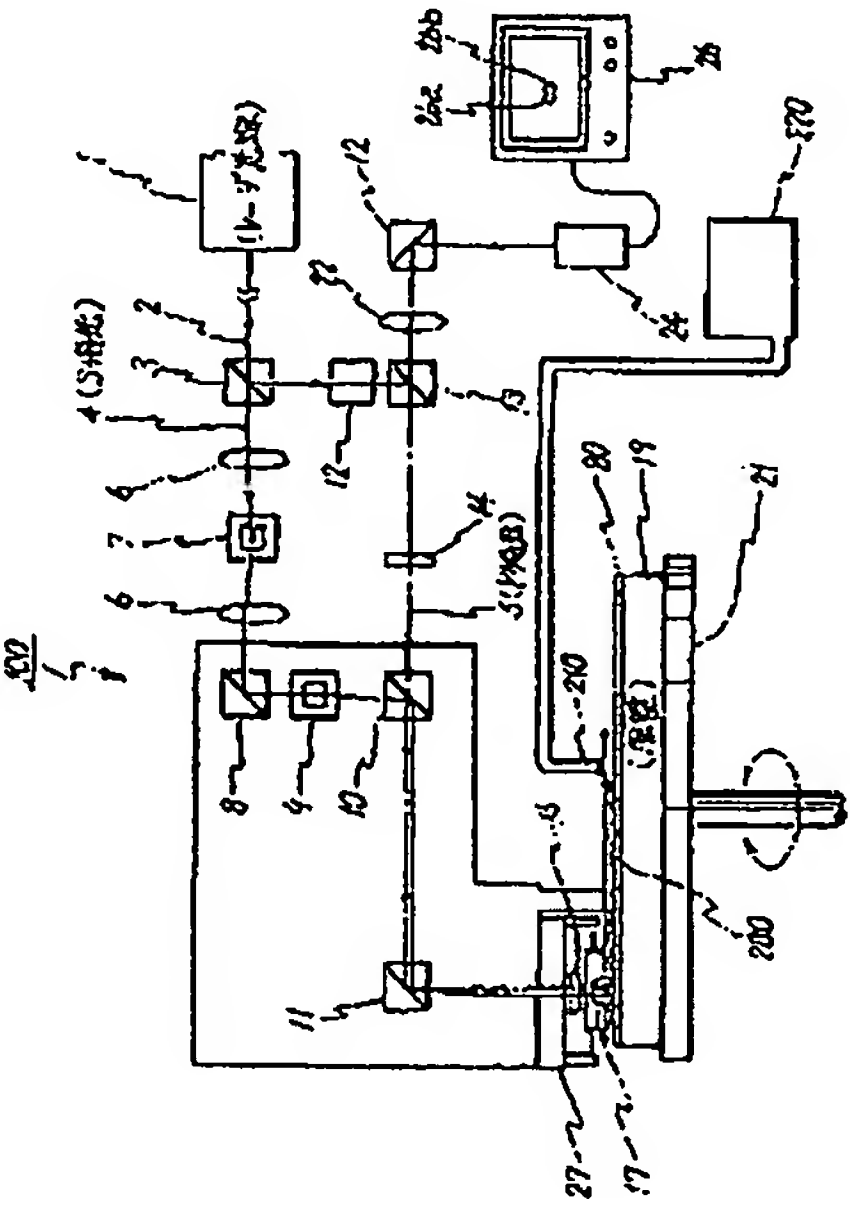
(51)Int.Cl. <sup>6</sup>		識別記号	P I		
G 1 1 B	7/135		G 1 1 B	7/135	Z
G 0 3 F	7/20	5 0 5	G 0 3 F	7/20	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 9 頁)

(21)出願番号	特願平9-76450	(71)出願人	000005810 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
(22)出願日	平成9年(1997) 3月12日	(72)発明者	宋永 正志 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
		(72)発明者	杉山 寿紀 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
		(74)代理人	弁理士 川北 喜十郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 原盤露光装置及び方法

(57)【要約】  
【課題】 微小ビット及び幅狭溝を高精度で露光することができ、しかも現像機能をも同時に備えた原盤露光装置を提供する。  
【解決手段】 原盤露光装置100はフォトリソスト膜20を塗布した原盤19にレーザ光を集光して照射して所望のパターンに露光する。ノズル210は露光中に集光レンズ17と原盤19との間に水を充填させる。集光レンズ17のNAが増大し、液浸レンズとして機能する。該ノズルを水タンク及び現像液タンクに配管し、供給液体を水または現像液に切り換えるバルブを備えることにより、原盤露光装置を現像装置としても機能させることもできる。



(2)

特開平10-255319

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトリソグを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することによりフォトリソグを所望のパターンに感光する原盤露光装置において、

上記レーザ光を上記原盤表面に集光するための光学素子と、

上記光学素子と上記原盤表面との間の光路に液体を介在させるための手段とを備えることを特徴とする原盤露光装置。

【請求項2】 上記光学素子が液浸レンズとして機能することを特徴とする請求項1記載の原盤露光装置。

【請求項3】 上記液体を介在させるための手段が、原盤上に液体を吐出するためのノズルと、該ノズルに液体を供給するための液体供給装置とから構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の原盤露光装置。

【請求項4】 さらに、現像液を原盤上に供給するための手段を有することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の原盤露光装置。

【請求項5】 上記現像液を原盤上に供給するための手段が、上記原盤上に上記液体または現像液を吐出するためのノズルと、該ノズルに上記液体または現像液を供給するための供給装置と、該ノズルへの上記液体または現像液の供給を切り換えるための切り換え装置とから構成されていることを特徴とする請求項4に記載の原盤露光装置。

【請求項6】 さらに、露光及び現像された原盤を検査するための検査装置を備えることを特徴とする請求項5に記載の原盤露光装置。

【請求項7】 上記検査装置が、原盤露光装置の上記光学素子を含む光ヘッドであることを特徴とする請求項6に記載の原盤露光装置。

【請求項8】 上記液体が水であることを特徴とする請求項1～7のいずれか一項記載の原盤露光装置。

【請求項9】 フォトリソグを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することによりフォトリソグを所望のパターンに感光する原盤露光方法において、

上記レーザ光を集光するための光学素子と原盤との間に液体を介在させながら原盤露光を行うことを特徴とする原盤露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ディスク等の記録媒体用基板の原盤を製造するための原盤露光装置に関し、より詳細にはフォトリソグを塗布した原盤を露光する際の露光分解力を向上することができる原盤露光装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 コンパクトディスクや光磁気ディスクの基板は、プリフォーマット信号に対応するグループやブリエンボスピットのパターンを原盤上に露光及び現像により形成した後、得られた原盤を複製してスタンパを作製し、スタンパを装着した射出成型器でプラスチック材料等を射出成型することによって製造される。原盤にグループやブリエンボスピットのパターンを形成するために原盤露光装置が用いられている。原盤露光装置は、通常、フォトリソグが塗布されたガラス原盤を回転しながら、原盤面に照射するレーザ光をプリフォーマット信号に応じてオンオフすることによって所望のパターンでフォトリソグを感光する。感光した原盤は、原盤露光装置から取り外された後、現像装置のターンテーブルに装着され、回転している原盤表面に上方からアルカリ液を供給することにより現像が行われる。現像が終わると、原盤に形成された溝やピットの寸法が適切かどうかを光ヘッドを備えた検査装置により検査される。こうしてスタンパ形成用の原盤が作製されている。

【0003】 上述の原盤露光装置として、例えば、テレビジョン学会誌 Vol. 37, No. 6, 475-490頁（1983年）には、レーザ光波長 $\lambda = 457.98 \text{ nm}$ 、レンズ開口数 $NA = 0.93$ の光ヘッドを用いて、原盤上にスポットサイズ約 $0.5 \mu\text{m}$ にレーザ光を絞り込むことができるVHD/AHD方式ビデオディスクのレーザカッティングマシンが開示されている。このカッティングマシンを用いると最小 $0.25 \mu\text{m}$ のエンボスピットを形成することができることが報告されている。また、このカッティングマシンはレーザスポットを原盤に追従させるためにHe-Neレーザを補助ビームとしたフォーカシングサーボ系を用いている。

【0004】 特開平6-187668号公報は、狭トラックピッチ化、高密度記録しても隣接トラックからのクロストークを軽減することができる光ディスク原盤の製造方法を開示しており、原盤露光において上記文献とほぼ同様の構成のレーザカッティングマシンを使用している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 近年のマルチメディアによる情報量の増大に伴い、光ディスク等の情報記録媒体の高密度化、大容量化が要望されている。この要望に応えるために、原盤露光装置においても光ディスク等に記録するエンボスピットやグループのパターンをより微小化して露光する必要がある。かかる微小パターンを露光するには、レーザ光を原盤に集光するレンズの開口数（NA）を増大すること、レーザ光の波長を短波長化することが考えられる。しかしながら、レンズのNA及びレーザ波長の短波長化には限界があり、露光分解能を大幅に向上することは容易ではない。

【0006】 また、前記のように露光及び現像工程は、それぞれ、原盤露光装置及び現像装置を用いて別々に行

(3)

特開平10-255319

3

われていたため、装置コストがかかるとともに、装置設置スペースも必要であり、さらにスタンパを製造するまでの工程を煩雑化していた。

【0007】本発明の目的は、情報ビットの微小化及び狭トラックピッチ化に対応した狭帯化を実現することができる原盤露光装置を提供することにある。

【0008】また、本発明の別の目的は、露光機能のみならず現像機能をも備え且つ露光解像力が向上した原盤露光装置を提供することにある。

【0009】本発明のさらに別の目的は、情報ビットの微小化及び狭トラックピッチ化に対応した狭帯化を実現することができる原盤露光方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様に従えば、フォトリソストを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することによりフォトリソストを所望のパターンに感光する原盤露光装置において、上記レーザ光を上記原盤表面に集光するための光学素子と、上記光学素子と上記原盤表面との間の光路に液体を介在させるための手段とを備えることを特徴とする原盤露光装置が提供される。

【0010】本発明の原盤露光装置の原理を図6を用いて説明する。図6は、本発明の原盤露光装置の光ヘッドにより露光されている原盤19近傍の拡大概念図である。原盤露光装置のレーザ光源（図示しない）から照射されたレーザ光4はリレーレンズ15を介して集光レンズ17により原盤上に塗布されたフォトリソスト膜20の表面に集光される。本発明の原盤露光装置は、図6に示したように液体200を原盤表面上に供給するノズル210を備えており、露光動作中には、このノズル210から供給された液体200により原盤のフォトリソスト膜20と集光レンズ17との間隙は充填される。ここで、集光レンズ17により識別しうる2点間の最小距離 $r$ は一般に下記式(1)により表される。

【0011】

【数1】

$$r = \lambda / NA = \lambda / (n \cdot \sin \alpha) \quad \cdots (1)$$

式中、 $\lambda$ は集光レンズ17に入射するレーザ光4の波長、 $NA$ は集光レンズ17の開口数、 $n$ は集光レンズ17の物点側（原盤側）媒質の屈折率、 $\alpha$ は集光レンズ17から照射される光束の最大開きの半分すなわち開口半角をそれぞれ示す。集光レンズ17により識別しうる2点間の最小距離 $r$ が小さいほど、原盤露光装置の露光解像力が高いといえる。レーザ光の波長 $\lambda$ を一定とした場合、 $r$ を小さくするには上式(1)から $NA$ を大きくすればよいことがわかる。 $NA$ は式(1)のように $NA = n \cdot \sin \alpha$ で定義されるので、 $NA$ を増大するには屈折率 $n$ と開口半角 $\alpha$ を大きくすればよい。本発明では原盤の表面20と集光レンズ17との間に液体200（ $n > 1$ ）が充填されているので、空気（ $n = 1$ ）が原盤表面と集光レンズ間に介在する場合、すなわち、従来の原

4

盤露光装置の集光レンズよりも $NA$ を増大することができる。換言すれば、本発明の原盤露光装置では、集光レンズ17を液浸レンズとして機能させることができる。液体200は、 $NA$ を大きくするために、屈折率の大きな液体が好ましいが、レンズ17の収差の防止する観点から原盤の表面20と集光レンズ17との間隙を微調整する場合には、集光レンズ17の屈折率に近い屈折率を有する液体、例えば、セダー油を用いるのが好ましい。しかしながら、液体200は、原盤のフォトリソスト膜20と接触することになるので、フォトリソストを腐食させず且つ後処理が容易であるという観点から水が好適である。

【0012】本発明の原盤露光装置は、さらに、現像液を原盤上に供給するための手段を有することができる。原盤露光装置に現像液供給手段を装着することにより露光後のプロセスに使用されていた現像装置が不要となり、露光・現像プロセスを簡略化することが可能になる。

【0013】上記現像液を原盤上に供給するための手段は、上記光学素子と原盤との間に介在させる液体または現像液を原盤上に吐出するためのノズルと、該ノズルに上記液体または現像液を供給するための供給装置と、上記ノズルへの上記液体または現像液の供給を切り換えるための切り換え装置とから構成することができる。本発明の原盤露光装置の具体例では、集光レンズと原盤との間に液体を介在させるために原盤上に液体を吐出するためのノズルとノズルに液体を供給するための供給装置を用いているので、供給液を現像液と露光用の液体とで切り換えることができる切り換え装置、例えば、電磁弁を装着すれば、かかるノズル及び液体供給装置を現像液供給用としても用いることができ、一層簡単な構造で現像機能を原盤露光装置に組み込むことができる。

【0014】本発明の原盤露光装置は、さらに、露光及び現像された原盤のビットや溝の幅や深さ等を検査するための検査装置を備えることができる。これにより、原盤露光装置により露光・現像・検査が一つの装置で可能となり、設備コストの削減及びスタンパ製造までのプロセスを簡略化することができる。従来の検査装置は光ヘッドを備え、光ヘッドからの検査光を走査して現像露光されたビットや溝幅を検査していたので、原盤露光装置の集光レンズを含む光ヘッドを検査用の光ヘッドとして使用することが可能となり、装置の簡略化及び小型化が可能となる。

【0015】本発明の第2の態様に従えば、フォトリソストを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することによりフォトリソストを所望のパターンに感光する原盤露光方法において、上記レーザ光を集光するための光学素子と原盤との間に液体を介在させながら原盤露光を行うことを特徴とする原盤露光方法が提供される。



(4)

特開平10-255319

5

5

【0016】本発明の原盤露光方法に従えば、レーザ光を集光するための光学素子と原盤との間に液体を介在させながら原盤露光を行うために、光学素子を液浸レンズとして機能させて光ヘッドの露光解像力を向上させることができる。また、露光中に原盤上に付着した塵等を液体を流動させることにより除去することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体イメージングレンズを用いた原盤露光装置の実施の形態及び実施例を図面を参照しながら説明する。

【0018】〔第1実施例〕本発明に従う原盤露光装置の第1実施例を図1により説明する。図1は、原盤露光装置100の構成概略を示す。原盤露光装置100は、主に、露光用のレーザ光を出射するレーザ光源1、原盤19への照射タイミング及び照射位置をそれぞれ調整する音響光学(AO)変調器7及び音響光学(AO)偏向器9、露光用光ヘッド27、原盤19を回転するターンテーブル21、原盤19上に水を吐出するノズル210及び水/現像液供給装置220、照射されたスポットを観測するための撮像管24及びディスプレイ26並びに光路を調整するためのビームスプリッター3、ミラー11、ハーフミラー13、レンズ6等の種々の光学素子から構成されている。

【0019】レーザ光源1から出射されたレーザ光束2はビームスプリッター3により第1の光束4と第2の光束5に分けられる。第1の光束4は、一對のレンズ6で挟まれたAO変調器7に入射して、記録すべき信号のタイミングに応じたパルス光に変調される。AO変調器7で変調されたパルス光はミラー8で反射された後、AO偏向器9に入射して原盤19の所定の半径方向位置を照射するように偏向される。次いで、偏向された光は、偏光ミラー10及びミラー11を経て光ヘッド27に入射する。光ヘッド27には後述するリレーレンズ15及び集光レンズ17が装着されており、それらのレンズによりレーザ光は原盤19の表面の所定位置に集光される。原盤19上には予め入射光に対して感光性のフォトリソスト20が塗布されている。一方、第2の光束5はEO変調器12に入射する。AO変調器7の代わりにEO変調器12により照射タイミング及び露光量を変調してもよい。EO変調器12を通過した光はハーフミラー13で反射され、λ/2位相板14を透過した後、偏光ミラー10、ミラー11を経て光ヘッド27に到達する。

【0020】ノズル210はターンテーブル21の上方で且つ原盤19の中心近傍に配置されており、原盤19に向かって水200を吐出する。ターンテーブル21により原盤19が回転されるとその遠心力で水200は原盤19の外周に広がり、原盤のフォトリソスト膜20を覆う水膜を形成する。原盤19の外周に向かって流動した水200は集光レンズ17と原盤のフォトリソスト表面20との間を充填するため、集光レンズ17は液浸レ

ンズとして機能する。

【0021】光ヘッド27から原盤19上のフォトリソスト膜20に照射された光は、前記式(1)及び液浸レンズの原理により空気中の理論的な最小スポット径よりも小さなスポットを形成してフォトリソスト膜20を感光させる。このため、従来の原盤露光装置よりも露光解像力が向上し、一層微細なビット及び案内溝のパターンを高精度で露光することができる。光ヘッド27の構造の詳細については後述する。

10 【0022】原盤19のフォトリソスト膜20の表面から反射された光は、集光レンズ17及びリレーレンズ15を通過して平行光となり、ミラー11、偏光ミラー10、ハーフミラー13を経てレンズ22により撮像管24上に集光される。撮像管24のディスプレイ26に表示されたスポット像26a、26bを観察することにより、集光レンズ17によって形成されるスポット形状を確認することができる。

20 【0023】レーザ光源1、AO変調器7、EO変調器12、ターンテーブル21等の動作は、図示しない制御部(図3及び図4参照)により一括して管理される。制御部にはプリフォーマット信号が入力され、それに応じてAO変調器7等の発光周期等が調整される。

【0024】次に、原盤露光装置100の光ヘッド27の構造の詳細を図2及び図3を用いて説明する。図2は、集光レンズ17を弾性部材18を介して支持する光ヘッド27を下方から見た斜視図を示し、図3は光ヘッド27の拡大断面図を示す。なお、図3には、光ヘッド27の構造を分かり易くするために、ノズル210から吐出された水200の図示は省略してある。

30 【0025】図2に示すように光ヘッド27は、集光レンズ17と、集光レンズ17を保持する集光レンズホルダ16aと、光ヘッドベース部28とを備え、集光レンズホルダ16aはベース部28の底面に固着された4本の支持部材29及びそれに接続された弾性部材18a、例えば板バネにより支持されている。この支持構造により、集光レンズホルダ16aは、原盤平面と平行な方向(図中X、Y方向)に拘束され、集光レンズ17の光軸方向(図中Z方向)に可動である。

40 【0026】図3に示すように、集光レンズホルダ16aはその上部にピエゾ素子33を介してリレーレンズ15を支持するリレーレンズホルダ32を備える。ここで、ピエゾ素子33は集光レンズ17に対するリレーレンズ15の光軸方向位置を変更してリレーレンズ15の焦点位置を微調整する。

50 【0027】リレーレンズホルダ32は弾性部材18bを介してベース部28の支持部材29と連結されている。リレーレンズホルダ32上には、ボイスコイル型アクチュエータ140を構成するボビン34eが固着されており、アクチュエータ140の他の構成要素であるコイル34f、永久磁石35b、ヨーク36c、36dは

(5)

特開平10-255319

7

ベース部28に装着されている。これにより、アクチュエータ140が駆動すると、集光レンズ17及びリレーレンズ15がベース部28に対して光軸方向（図面上下方向）に移動することになる。アクチュエータ140の駆動は、撮像管24のディスプレイ26によるスポット像26a、26bの観察結果に基づいて制御部88を通じて行われる。これにより、集光レンズ17の端面と原盤19表面との間隔が適正な値に調整される。集光レンズ17の端面と原盤19表面との間隔は、集光レンズ17の焦点距離に応じて、一般に、数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ に調整される。

【0028】集光レンズ17は球の一部を切断して形成された半球型レンズである。レンズ17の切断面、すなわち、レンズ17の出射面17aは、水中に含まれる気泡を出射面表面に伴わないようにするために凸型の曲面に加工するのが好ましい。レンズの形状及びレンズの切断面の位置は、特に限定されないが、集光レンズ17が無収差レンズとなるように加工することもできる。集光レンズ17の材料は、特に限定されないが、C、Si、C、Si、N、 $2\text{rO}_2$ 、Ta、O、 $2\text{nS}$ 、T、O、または高屈折率ガラス及び一般の光学ガラスや水晶等を使用することができる。

【0029】次に、図4を用いて、図1に示した水/現像液供給装置220の構造の詳細を説明する。水/現像液供給装置220は、主に、アルカリ液である現像液及び水をそれぞれ貯蔵するタンク82、84と、それらのタンク内部を加圧する窒素ポンプ92と、タンク82、84からノズル210に水/現像液を供給する配管80、80a、80b及び制御部88等から構成されている。水/現像液を吐出するノズル210は配管80に接続され、その途中から現像液タンク82に接続する配管80aと水タンク84に接続する配管80bに分岐する。配管80a及び80bにはそれぞれ電磁バルブ86a及び86bが装着されており、その開閉は制御部88により制御される。配管80の途中には流量コントロールバルブ90が装着され、ノズル210から吐出される液体の流量が制御部88を通じて制御される。現像液タンク82と水タンク84にはそれぞれ窒素ポンプ92から高圧窒素が供給され、タンク内部が加圧されることによってそれらのタンク82、84から現像液及び水が配管80a、80bに吐出される。窒素ポンプ92もまた制御部88により制御されている。なお、制御部88は、図1に示した原盤露光装置の露光動作を一括して管理している制御部と共通している。

【0030】図4に示したような現像液/水供給装置220の動作を以下に説明する。原盤露光装置において露光が行われる際、制御部88は水タンク84側の電磁バルブ86bを開放して水タンク84内の水を配管80に供給する。制御部88はまた流量コントロールバルブ90を制御して、配管80中を流れる水の流量を調節し、

8

適量の水をノズル210から吐出させる。これにより、露光中は、集光レンズ17と原盤表面のフォトレジスト20との間隙が水で充填され、集光レンズ17が液浸レンズとして機能する。また、露光前または露光中にフォトレジスト膜20上に付着した塵等がノズルからの水により洗い出されるために、塵等の付着物による露光精度の低下を防止することもできる。なお、ノズル210から吐出される水量は、集光レンズ17と原盤表面のフォトレジスト20との間隙が常に水で充填される量が必要であるが、原盤上での水の流動により集光レンズ17と原盤表面のフォトレジスト20との間の維持された間隔を変動させないようにするのが望ましい。原盤上での水の流れを安定させるためにノズル210の吐出方向を水平方向にしてもよい。また、集光レンズホルダ16aによる水の抵抗を減らすために集光レンズホルダ16aの底面の端面が曲面を形成するようにしてもよい。

【0031】原盤20の露光が終了すると、制御部88は電磁バルブ86bを閉鎖するとともに、現像液タンク82側の電磁バルブ86aを開放することによってノズル210から吐出される液を水から現像液に切り換える。流量コントロールバルブ90は制御部88の制御下で現像液の流量を調整し、適切な流速の現像液をノズル210から吐出させる。こうして、感光した原盤20の現像動作が行われる。

【0032】図4に示した装置220では、現像液と水とを電磁バルブ86a、bを切り換えることによって同一ノズル210により供給することができたため、露光終了後、感光した原盤を移動することなくその場合で現像することができる。

【0033】さらに、図1に示した光ヘッド27、撮像管24及びディスプレイ26は、露光・現像が終了した後に原盤上に形成されたビット及び溝の幅や深さ等を検査するための検査装置として用いることも可能である。このように原盤露光装置を構成することにより、従来の原盤露光装置を、露光・現像・検査が可能な一体型装置とすることができる。

【0034】〔第2実施例〕本発明に従う原盤露光装置の第2実施例を図5を用いて説明する。図5は、図3に示した原盤露光装置の光ヘッド27の変形例を示す断面図である。図5に示した光ヘッド部は、集光レンズ17を支持する集光レンズホルダ16bの構造が図3に示した集光レンズホルダ16aと異なる以外は、実施例1の原盤露光装置100の光ヘッド部と同様の構造を有する。それゆえ、実施例1の原盤露光装置100と共通する部材及び構造については同一の符号を付してその説明を省略する。また、図5には、集光レンズホルダ16bの構造を分かり易くするために、ノズル210から吐出された水の図示を省略してある。

【0035】集光レンズホルダ16bは、その中央に集光レンズ17を支持し、ホルダ底部は外側に向かうに従

(6)

特開平10-255319

9

19

って原盤19との間隔が広がるような鏡面を形成している。集光レンズホルダ16bの内部には、外部から集光レンズ17に通じる空洞（光路）16f、16gが集光レンズ17の光軸を挟んで対称に形成されており、一方の光路16fの開口部（光入射口）には光ファイバ40が装着され、他方の光路16gの開口部（光出射口）には、スリット41a及び検出部41bを備えたレンズ位置検出器41が装着されている。レンズ位置検出器41の検出部41bは前述のボイスコイルモータ140を制御する制御部88に接続されている。すなわち、実施例1の原盤露光装置では、ボイスコイルモータ140の制御はディスプレイ26による観察結果に基づいて行っていたが、この実施例ではレンズ位置検出器41からの検出信号に基づいて行う。

【0036】光ファイバ40から射出された光は空洞（光路）16fを通して集光レンズ17に入射した後、原盤19により反射されて再び集光レンズ17及び空洞（光路）16gを通してレンズ位置検出器41に入射する。レンズ位置検出器41は、検出部41aと41bに分割されており、集光レンズ17の端面17cと原盤表面20との間隔が予め定めた適正値のとき、原盤からの反射光の中心がレンズ位置検出器41の検出部41aと41bの中間に配置するように設計されている。すなわち、このとき検出部41aと41bの前記反射光の光量が増加し、それゆえ、露光中、すなわち、ノズル210から水が吐出されて原盤表面のフォトリソスト20上を水が流動しているときに、集光レンズ17の端面17cと原盤のフォトリソスト20との間隔が適正な間隔になれば、検出部41aと41bから出てくる反射光検出出力のバランスがくずれ、制御部ではこれにตอบสนองしてボイスコイル型アクチュエータ140を駆動し集光レンズ17と原盤19との間隔が適正な値に修正されるようにする。また、水などの液体を集光レンズ17とフォトリソスト表面20との間に充填させた場合、フォトリソストと前記液体との屈折率が近似していれば、光ファイバ40から出た光がフォトリソスト表面20で反射される強度が小さくなり位置光検出部で検出される光量が減り、サーボが不安定になることがある。このような場合には、フォトリソストと原盤の間にアルミ等の反射膜を形成して反射光量を増すこともできる。

【0037】図5に示した原盤露光装置は、レンズ位置検出器41を備えるので集光レンズ17と原盤との間隔が常に適正な値になるように制御部88を通じて自動的に調整される。従って、露光中に原盤表面に供給された水の流量の変動等により集光レンズホルダ16bの上下方向の揺れが生じた場合でも、揺れを許めて集光レンズ17と原盤との間隔を適正な値に収束することができる。

【0038】以上、本発明を実施例により説明してきたが、本発明は特許請求の範囲に記載した範囲で実施例の

10

20

30

40

50

種々の変形及び改良を含むことができる。上記例では、原盤中央近傍に水／現像液が吐出されるようにノズルを配置したが、ノズルの位置は原盤の回転によって原盤と集光レンズとの間隙に水を充填させることができる限り任意の位置に配置することができる。例えば、原盤の半径方向において集光レンズと同一位置であり且つ原盤の回転方向前方にノズルを配置することができる。またノズルからの液体の吐出方向はノズルの向きを変更することによって任意の方向に調整することができる。

【0039】上記実施例ではノズルを用いて水を原盤上に吐出させる構成としたが、原盤外周に沿って壁面を設けることによって原盤を底部とする容器を形成し、容器内に一定量の水を蓄えることによって原盤と集光レンズとの間隙に水を充填させることもできる。このようにすれば、ノズルから吐出する水の量を低減し、あるいは、露光前にのみノズルから水を容器内に充填させ、水の流動による集光レンズホルダの揺れを抑制することができる。また、ノズル自体を省略して、上記のような容器構造だけを採用してもよい。すなわち、原盤と集光レンズとの間隙に水を介在させることができる方法であれば、任意の方法を用いることができる。

【0040】また、上記原盤露光装置は、光ヘッド部を現像処理時に原盤から退避させることができるような退避機構あるいは光ヘッド部に現像液が付着することを防止するための光ヘッドカバーを設けることができる。かかる退避機構または光ヘッドカバーを設けることによって光ヘッド部をアルカリ液である現像液から保護し、レンズ及びレンズホルダの腐食を防止することができる。

【0041】本発明の原盤露光装置は、コンパクトディスク、CD-ROM、デジタルビデオディスク等の再生専用の光記録媒体、CD-Rのような追記型記録媒体、光磁気ディスクのような書き換え型光記録媒体のみならずハードディスク等に使用されるエンボスピットタイプの磁気記録媒体を製造するために使用することができる。

【0042】

【発明の効果】本発明の原盤露光装置は、集光レンズと原盤との間に液体を介在させることによって集光レンズは液浸レンズとして機能することができるため、露光解像力を一層向上することができ、それによって極めて微小なピット、例えば、0.2μm以下のピットが形成される高密度記録媒体用の原盤を製造することも可能になる。

【0043】また、本発明の原盤露光装置は、現像液供給手段を有するため露光後のプロセスに従来使用されていた現像装置が不要となり、露光・現像プロセスを簡略化することが可能になる。特に、現像液供給手段を、上記光学系と原盤との間に介在させる液体または現像液を原盤上に吐出するためのノズルと該ノズルに該液体または現像液を供給するための供給装置と上記ノズルへの該液体または現像液の供給を切り換えるための切り換え



(7)

特開平10-255319

11

装置とから構成することにより、ノズルから現像液と露光用の液体とを切り換えて吐出することができるため、一層簡単な構造で現像機能を原盤露光装置に組み込むことができる。

【0044】本発明の原盤露光装置は、さらに、露光及び現像された原盤のピットや溝の幅や深さ等を検査するための検査装置を備えることにより、原盤露光装置により露光・現像・検査が一つの装置で可能となり、設備コストの削減及びスタンパ製造までのプロセスの簡略化を実現することができる。

【0045】本発明の原盤露光方法に従えば、レーザ光を集光するための光学素子と原盤との間に液体を介在させながら原盤露光を行うために、光学素子を液浸レンズとして機能させることができるとともに露光中に原盤上に付着した塵等を流動除去することができる。このため光ヘッドの露光解像力及び露光精度を向上させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う原盤露光装置の全体構成を説明する概念図である。

【図2】図1に示した本発明に従う原盤露光装置の光ヘッドの第1実施例を下方から見た斜視図である。

【図3】図1に示した本発明に従う原盤露光装置の光ヘッドの第1実施例を示す断面図である。

【図4】本発明の第1実施例及び第2実施例に従う原盤\*

12

\*露光装置のノズル及び水/現像液供給装置の構造を説明する概念図である。

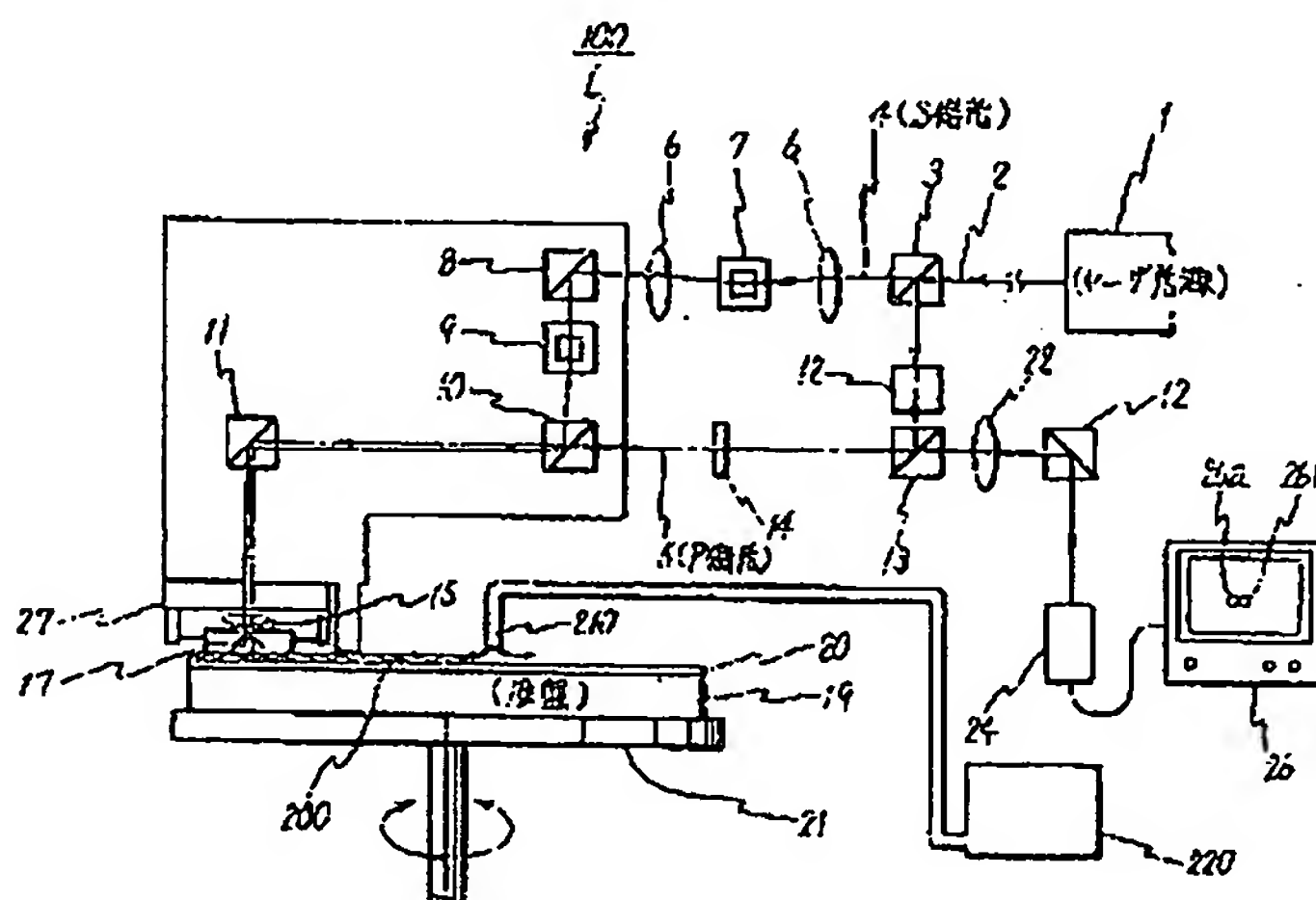
【図5】本発明の第2の実施例に従う原盤露光装置の光ヘッドの断面図である。

【図6】本発明の原盤露光装置の集光レンズが液浸レンズとして機能することを説明する図である。

【符号の説明】

- 3 ビームスプリッタ
- 7 AO変調器
- 10 9 AO偏向器
- 16 a, b 集光レンズホルダ
- 17 集光レンズ
- 18 弾性部材
- 20 フォトリソスト
- 27 光ヘッド
- 28 光ヘッドベース部
- 29 支持部材
- 82 現像液タンク
- 84 水タンク
- 20 92 窒素ポンプ
- 100 原盤露光装置
- 130 ボイスコイル型アクチュエータ
- 200 水
- 210 水/現像液吐出ノズル

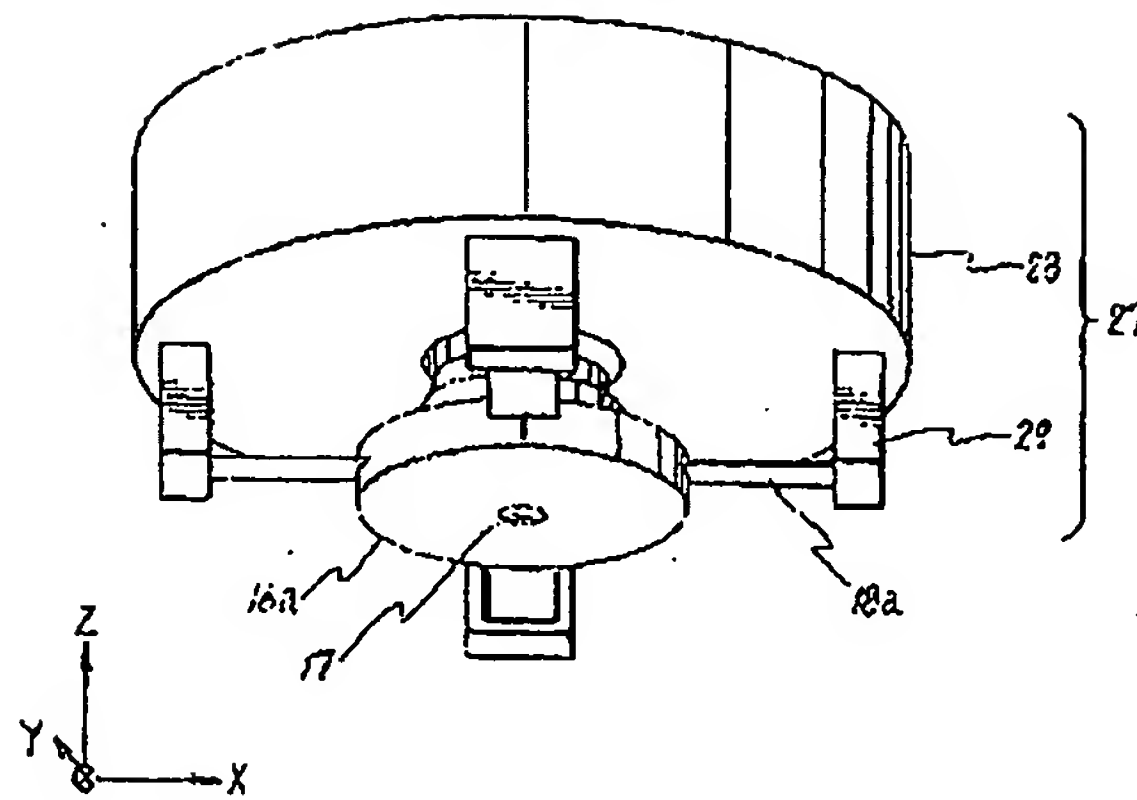
【図1】



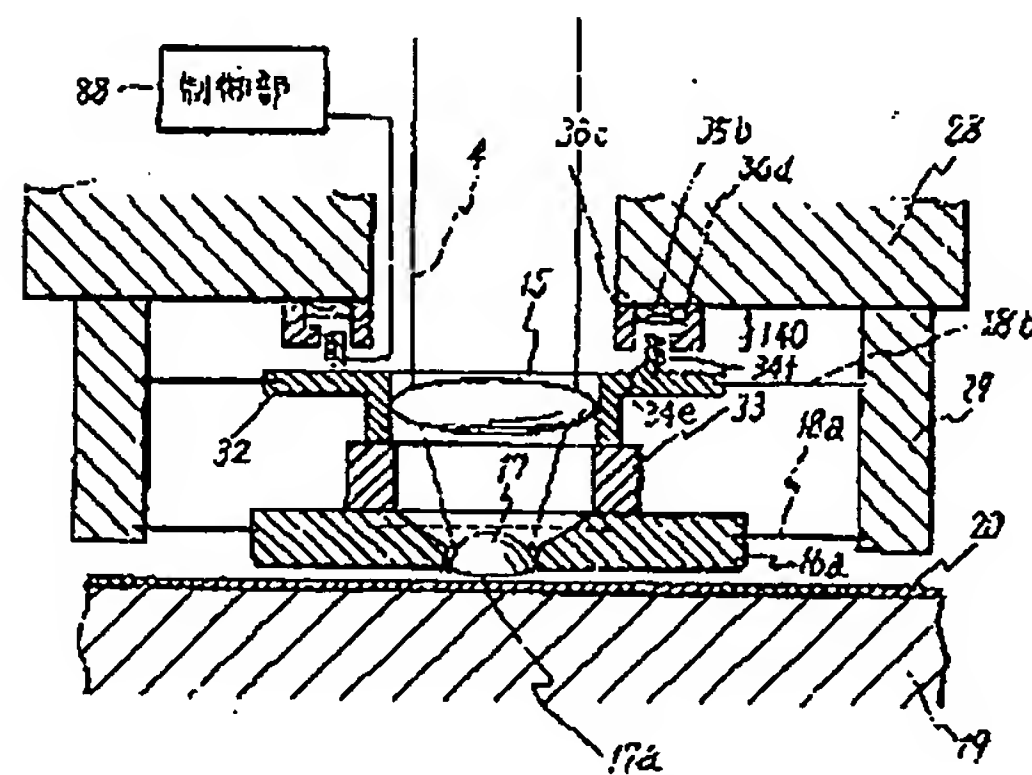
(8)

特開平10-255319

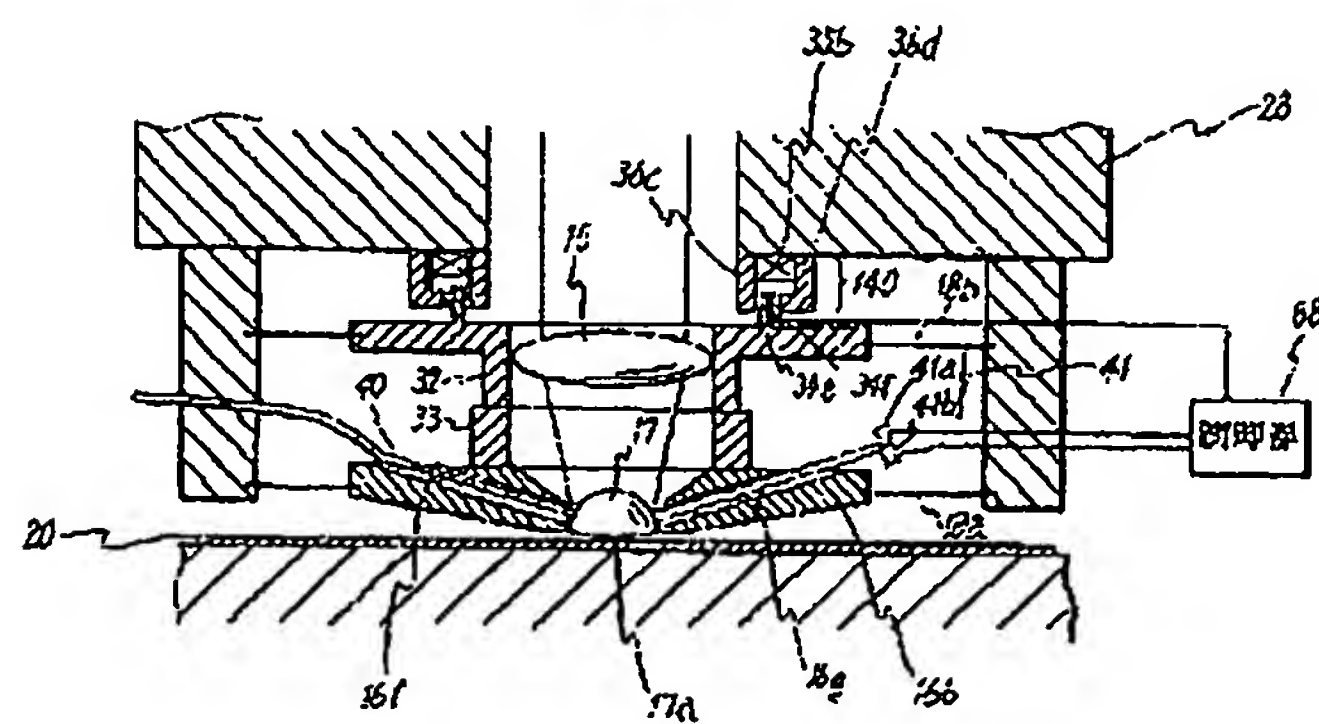
【図2】



【図3】



【図5】

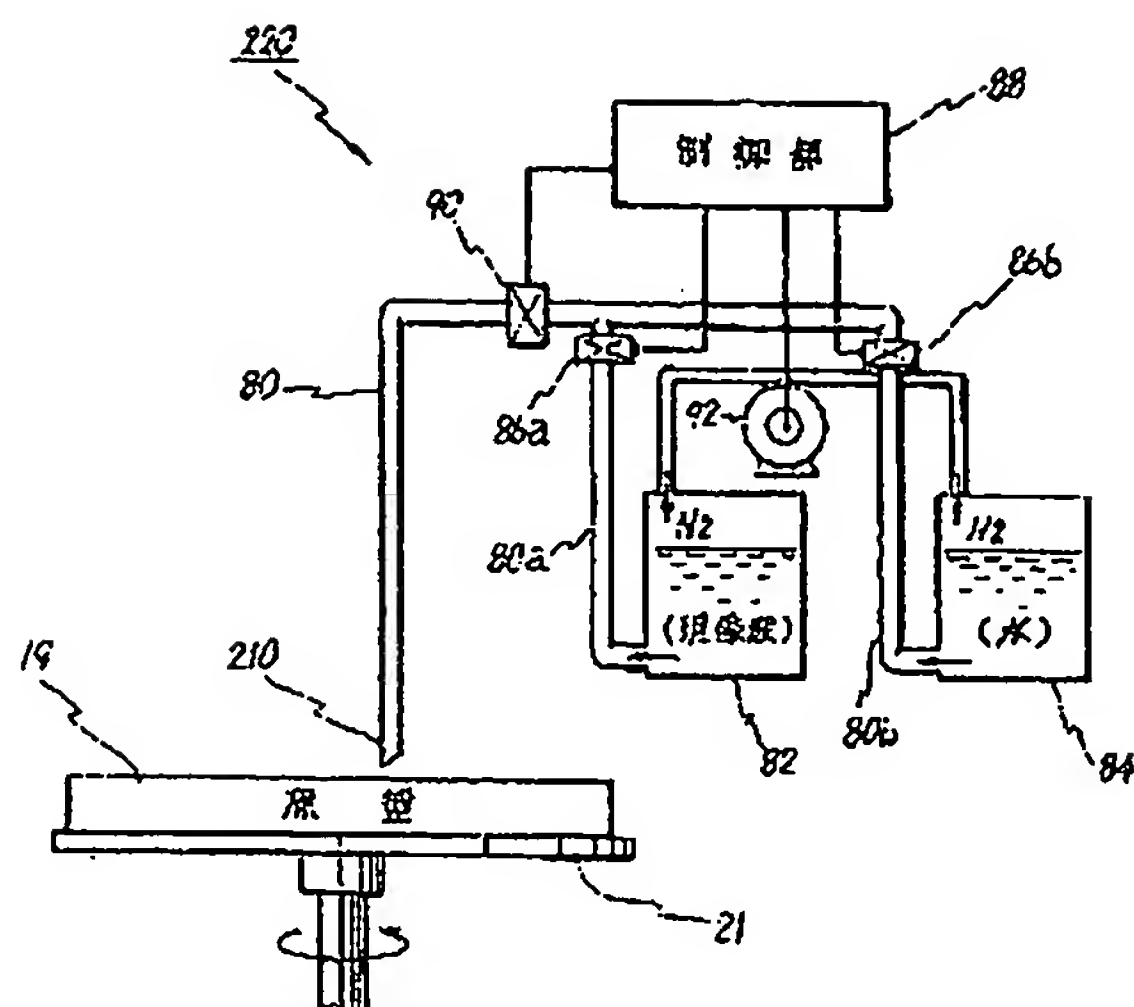




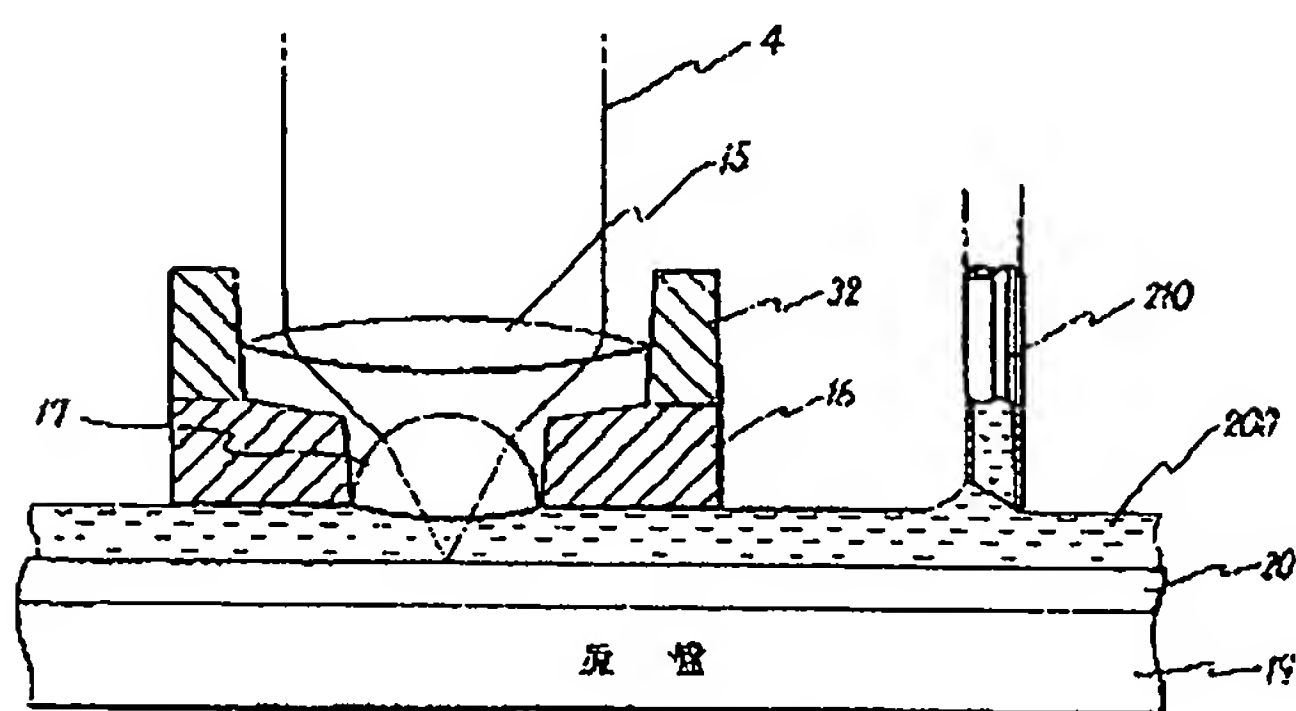
(9)

特開平10-255319

【図4】



【図6】



JP 1998-255319 A5 2004.9.15

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第4区分

【発行日】平成16年9月16日(2004.9.16)

【公開番号】特開平10-255319

【公開日】平成10年9月25日(1998.9.25)

【出願番号】特願平9-76450

【国際特許分類第7版】

G 1 1 B 7/135

G 0 3 F 7/20

【F I】

G 1 1 B 7/135 Z

G 0 3 F 7/20 5 0 5

【手続補正書】

【提出日】平成15年9月5日(2003.9.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

フォトレジストを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することにより  
 フォトレジストを所望のパターンに感光する原盤露光装置において、  
 上記レーザ光を上記原盤表面に集光するための光学素子と；  
 上記光学素子と上記原盤表面との間の光路に、原盤上に液体を吐出するためのノズルと；  
該ノズルに液体を供給するための液体供給装置と；を備えることを特徴とする原盤露光  
 装置。

【請求項2】

上記光学素子が液浸レンズとして機能することを特徴とする請求項1に記載の原盤露光装  
 置。

【請求項3】

さらに、現像液を原盤上に供給するための手段を有することを特徴とする請求項1 または  
2に記載の原盤露光装置。

【請求項4】

上記現像液を原盤上に供給するための手段が、上記原盤上に上記液体または現像液を吐出  
 するためのノズルと、該ノズルに上記液体または現像液を供給するための供給装置と、該  
 ノズルへの上記液体または現像液の供給を切り換えるための切り換え装置とから構成され  
 ていることを特徴とする請求項3に記載の原盤露光装置。

【請求項5】

さらに、露光及び現像された原盤を検査するための検査装置を備えることを特徴とする請  
 求項4に記載の原盤露光装置。

【請求項6】

上記検査装置が、原盤露光装置の上記光学素子を含む光ヘッドであることを特徴とする請  
 求項5に記載の原盤露光装置。

【請求項7】

上記液体が水であることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の原盤露光装置  
 。

【請求項8】

(2)

JP 1998-255319 A5 2004.9.15

フォトリジストを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することにより  
フォトリジストを所望のパターンに感光する原盤露光方法において、  
上記レーザ光を集光するための光学素子と原盤との間に液体を介在させながら原盤露光を  
行うことを特徴とする原盤露光方法。



Japanese Published Patent Application 10-255319 (JP-A-10-255319)

Publication Date: September 25, 1998

Filing Date: March 12, 1997

Applicant: Hitachi Maxell, Ltd.

Title of the Invention: Master Disk Exposure Apparatus and Method

(57) [Abstract]

[Object]

To provide a master disk exposure apparatus that can expose minute pits and narrow grooves with high accuracy and is also provided with a developing function.

[Solving Means]

A master disk exposure apparatus 100 collects and irradiates a laser beam to a master disk 19 coated with a photoresist film 20, and photosensitizes the master disk in a desired pattern. A nozzle 210 fills water in a space between a condenser lens 17 and the master disk 19 during exposure. A numerical aperture of the condenser lens 17 increases, and the condenser lens functions as a liquid immersion lens. The nozzle is connected through piping to a water tank and a developer tank, and a valve is provided that switches supply liquid to water or developer, so the master disk exposure apparatus can also function as a developing device.

[Scope of the Claims]

[Claim 1]

A master disk exposure apparatus that photosensitizes a photoresist in a desired pattern by collecting and irradiating a laser beam onto a master disk for manufacturing a recording medium coated with a photoresist, comprising:

an optical element that collects the laser beam onto a surface of the master disk, and  
means that holds liquid on an optical path between the optical element and the surface of the master disk.

[Claim 2]

The master disk as set forth [sic. in] claim 1,  
wherein the optical element functions as a liquid immersion lens.

[Claim 3]

The master disk as set forth in claim 1 or 2,  
wherein the means that inserts the liquid is constituted by a nozzle that emits liquid onto the master disk and a liquid supply device that supplies liquid to the nozzle.

[Claim 4]

The master disk exposure apparatus as set forth in any of claims 1-3, further comprising:  
means that supplies developer onto the master disk.

[Claim 5]

The master disk exposure apparatus as set forth in claim 4,  
wherein the means that supplies the developer onto the master disk is constituted by a nozzle that emits the liquid or developer onto the master disk, a supply device that supplies the

liquid or developer to the nozzle, and a switching device that switches supply of the liquid or developer to the nozzle.

[Claim 6]

The master disk exposure apparatus as set forth in claim 5, further comprising:  
a testing device that tests an exposed and developed master disk.

[Claim 7]

The master disk exposure apparatus as set forth in claim 6,  
wherein the testing device is an optical head including the optical element of the master disk exposure apparatus.

[Claim 8]

The master disk exposure apparatus as set forth in any of claims 1-7,  
wherein the liquid is water.

[Claim 9]

A master disk exposure method that photosensitizes a photoresist in a desired pattern by collecting and irradiating a laser beam onto a master disk for manufacturing a recording medium coated with a photoresist,

wherein master disk exposure is performed while holding liquid between the optical element that collects the laser beam and the master disk.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

This invention relates to a master disk exposure apparatus that manufactures a master disk of a substrate for a recording medium such as an optical disk, etc., and more particularly to a



master disk exposure apparatus and method that can improve an exposure resolution when a master disk coated with a photoresist is exposed.

[0002]

[Prior Art]

Substrates such as compact disks and optical magnetic disks are manufactured by forming patterns of grooves or preembossed pits on a master disk corresponding to preformatted signals by exposure and developing, manufacturing a stamper by copying the obtained master disk, and injection molding a plastic material, etc. by an injection molding machine on which the stamper is mounted. A master disk exposure apparatus is used in order to form the pattern of grooves or preembossed pits on the master disk. Normally, the master disk exposure apparatus photosensitizes a photoresist in a predetermined pattern by turning the laser beam irradiated onto a master disk surface on and off according to a preformatted signal, while the glass master disk coated with the photoresist is being rotated. After the photosensitized master disk is removed from the master disk exposure apparatus, it is mounted to a turntable of a developing device, and developing is performed by supplying an alkali liquid onto the master disk surface from above, which is being rotated. After developing is completed, a testing device provided with an optical head performs testing as to whether the dimensions of the grooves or pits formed on the master disk are appropriate. Thus, a master disk for stamper formation is manufactured.

[0003]

As the above-mentioned master disk exposure apparatus, for example, Television Society Magazine, Vol. 37, No. 6, pages 475-490 (1983) discloses a laser cutting machine of a VHD/AHD type video disk that can condense a laser beam onto a spot size of approximately 0.5  $\mu\text{m}$  on a master disk, using an optical head with a laser beam wavelength  $\lambda = 457.98 \text{ nm}$  and

a lens numerical aperture  $NA = 0.93$ . It is reported that if this cutting machine is used, embossed pits can be formed at a minimum of  $0.25\ \mu\text{m}$ . Furthermore, this cutting machine uses a focusing servo system that uses a He-Ne laser as an auxiliary beam in order to cause the laser spot to follow the master disk.

[0004]

Japanese Published Patent Application 6-187668 discloses a method of manufacturing an optical disk master disk that can increase narrowing of a track pitch and decrease cross talk from an adjacent track regardless of high-density recording. Substantially the same laser cutting machine as in the above-mentioned reference is used during master disk exposure.

[0005]

[Problem to be Resolved by the Invention]

As the information amount increases due to the shift to multimedia in recent years, high density and large capacity of an information-recording medium such as an optical disk is demanded. In order to respond to this demand, in a master disk exposure apparatus as well, it is necessary to miniaturize and expose a pattern of grooves or embossed pits to be recorded in an optical disk, etc. In order to expose such a minute pattern, increasing the numerical aperture (NA) of a lens that collects a laser beam onto a master disk, or making a wavelength of the laser beam shorter, can be considered. However, there is a limit to increasing the numerical aperture (NA) of the lens and making the laser wavelength shorter, and it is not easy to significantly improve the exposure resolution capability.

[0006]

Furthermore, as described earlier, the exposure and developing steps were separately performed by using a master disk exposure apparatus and a developing device, respectively. Thus, the manufacturing cost was high, space was also needed to put the devices, and the steps for manufacturing a stamper were complex.

[0007]

An object of this invention is to provide a master disk exposure apparatus that can make a groove narrower according to miniaturization of an information pit and narrowing of a track pitch.

[0008]

Another object of this invention is to provide a master disk exposure apparatus provided with not only an exposure function but also a developing function, and an improved exposure resolution.

[0009]

Another object of this invention is to provide a master disk exposure method which can make a groove narrower corresponding to miniaturization of an information pit and narrowing of a track pitch.

[Means of Solving the Problem]

According to a first mode of this invention, a master disk exposure apparatus that photosensitizes a photoresist in a desired pattern by collecting and irradiating a laser beam onto a master disk for manufacturing a recording medium coated with a photoresist is provided with an optical element that collects the laser beam onto the master disk surface, and means that holds liquid on an optical path between the optical element and the master disk surface.

[0010]



A principle of a master disk exposure apparatus of this invention is explained with reference to Fig. 6. Fig. 6 is an enlarged conceptual view in the vicinity of a master disk 19 exposed by an optical head of a master disk exposure apparatus of this invention. A laser beam 4 irradiated from a laser beam source (not depicted) of a master disk exposure apparatus is collected on a surface of the photoresist film 20 coated onto the master disk by a condenser lens 17. A master disk exposure apparatus of this invention is provided with a nozzle 210 that supplies liquid 200 onto a surface of a master disk as shown in Fig. 6. During the exposure operation, a gap between the condenser lens 17 and the photoresist film 20 of the master disk is filled with the liquid 200 supplied from the nozzle 210. Here, the following equation (1) generally shows a minimum distance  $r$  between two points that can be distinguished by the condenser lens 17.

[0011]

[Equation 1]

$$r = \lambda / NA = \lambda / (n \cdot \sin\alpha) \dots (1)$$

In this equation,  $\lambda$  shows the wavelength of a laser beam 4 entering the condenser lens 17. NA shows the numerical aperture of the condenser lens 17.  $n$  shows the index of refraction of an object side (master disk side) medium of the condenser lens 17.  $\alpha$  shows half of the maximum opening, that is, a half size of the numerical aperture of a luminous flux irradiated from the condenser lens 17. The smaller the minimum distance  $r$  between two points that can be distinguished by the condenser lens 17 is, the higher the exposure resolution of the master disk exposure apparatus becomes. If the wavelength  $\lambda$  of the laser beam is constant, in order to reduce  $r$ , it is understood that NA needs to be increased according to the above-mentioned equation (1). As shown in equation (1), NA is defined by  $NA = n \cdot \sin\alpha$ . Thus, in order to

increase the NA, the index of refraction  $n$  and the half size of the numerical aperture  $\alpha$  need to be increased. In this invention, the liquid 200 ( $n > 1$ ) is filled in between the surface of the master disk 20 and the condenser lens 17, so the NA can be increased more than when air ( $n = 1$ ) is between the master disk surface and the condenser lens, that is, more than the condenser lens of a conventional master disk exposure apparatus. In other words, in the master disk exposure apparatus of this invention, the condenser lens 17 can be used as a liquid immersion lens. With respect to the liquid 200, in order to increase the NA, liquid with a large index of refraction is preferable. However, from a perspective of suppressing aberration of the lens 17, when a gap between the master disk surface 20 and the condenser lens 17 is finely adjusted, liquid having an index of refraction close to that of the condenser lens 17, for example, cedar oil, is preferable. However, the liquid 200 contacts the photoresist film 20 of the master disk, so from a standpoint of not eroding the photoresist, and of facilitating post processing, water is preferable.

[0012]

The master disk exposure apparatus of this invention can be further provided with means that supplies a developer onto the master disk. By mounting developer supply means onto the master disk exposure apparatus, a developing machine used for a process after exposure is not needed, and exposure/developing processing can be simplified.

[0013]

The means that supplies the developer onto the master disk is constituted by a nozzle that emits liquid or developer to be held between the optical element and the master disk onto a master disk, a supply device that supplies the liquid or developer to the nozzle, and a switching device that switches supply of the liquid or developer to the nozzle. In a specific example of the master disk exposure apparatus of this invention, in order to have a liquid between the condenser

lens and the master disk, a nozzle that emits liquid onto the master disk and a supply device that supplies liquid onto the nozzle are used, so if a switching device, for example, an electromagnetic valve, that switches the supply liquid between developer and exposure liquids mounted, the nozzle and liquid supply device can be used for developer supply, and a developing function can be incorporated into a master disk exposure apparatus with a more simplified structure.

[0014]

The master disk exposure apparatus of this invention may be further provided with a testing device that tests the width, depth, etc. of a pit or groove of the exposed and developed master disk. By so doing, exposure, developing, and testing can be performed in one device by using a master disk exposure apparatus. Equipment cost can be reduced, and the processing steps up to manufacturing a stamper can be simplified. A conventional testing device is provided with an optical head, and a developed and exposed pit or groove width is tested by scanning testing light from the optical head. Thus, an optical head including a condenser lens of a master disk exposure apparatus can be used as an optical head for testing, and the device can be simplified and made smaller.

[0015]

According to a second mode of this invention, a master disk exposure method is provided in which a photoresist is photosensitized in a desired pattern by condensing and irradiating a laser beam onto a master disk for manufacturing a recording medium coated with a photoresist, and master disk exposure is performed while liquid is held between the master disk and an optical element that collects the laser beam.

[0016]



According to the master disk exposure method of this invention, in order to perform master disk exposure by having liquid between the master disk and the optical element that collects the laser beam, the optical element can function as a liquid immersion lens, and exposure resolution of the optical head can be improved. Furthermore, dust, etc., attached onto the master disk during exposure can be removed by moving the liquid.

[0017]

[Embodiments]

The following explains modes and embodiments of a master disk exposure apparatus using a solid-state immersion lens of this invention, with reference to drawings.

[0018]

[First Embodiment]

A first embodiment of a master disk exposure apparatus according to this invention is explained with reference to Fig. 1. Fig. 1 shows a structural schematic view of a master disk exposure apparatus 100. The master disk exposure apparatus 100 is mainly constituted by a laser beam source 1 that emits a laser beam for exposure, an acoustic optical (AO) modulator 7 and an acoustic optical (AO) deflector 9 that adjust an irradiation timing and an irradiation position, respectively, with respect to the master disk 19, an exposure optical head 27, a turntable 21 that rotates the master disk 19, a nozzle 210 and a water/developer supply device 220 that emit water onto the master disk 19, an image pick-up tube 24 and a display 26 that monitor an irradiated spot, and various optical elements that adjust an optical path, such as a beam splitter 3, a mirror 11, a half mirror 13, lenses 6, etc..

[0019]

A laser luminous flux 2 emitted from the laser beam source 1 is divided into a first luminous flux 4 and a second luminous flux 5 by the beam splitter 3. The first luminous flux 4 enters the AO modulator 7 sandwiched by the pair of lenses 6 and is modulated into pulse light according to a timing of a signal to be recorded. After the pulse light modulated by the AO modulator 7 is reflected by a mirror 8, it enters the AO deflector 9, and is deflected so as to irradiate a predetermined radial direction position of the master disk 19. Next, the deflected light enters the optical head 27 via a polarization mirror 10 and the mirror 11. A relay lens 15 and a condenser lens 17 that will be discussed later are mounted to the optical head 27. The laser beam is collected by these lenses at a predetermined position of the surface of the master disk 19. A photoresist 20 that is photosensitive with respect to the entering light is coated onto the master disk 19 in advance. Meanwhile, the second luminous flux 5 enters an EO modulator 12. The irradiation timing and the exposure amount can also be modulated by the EO modulator 12, instead of the AO modulator 7. After the light which has passed through the EO modulator 12 is reflected by the half mirror 13 and goes through a  $\lambda/2$  phase plate 14, it reaches the optical head 27 via the polarization mirror 10 and the mirror 11.

[0020]

The nozzle 210 is arranged above a turntable 21 and in the vicinity of the center of the master disk 19 and emits water 200 toward the master disk 19. When the master disk 19 is rotated by the turntable 21, the water 200 spreads to the periphery of the master disk 19 due to the centrifugal force and forms a water film covering the photoresist film 20 of the master disk. The water 200 which moves toward the periphery of the master disk 19 fills a gap between the condenser lens 17 and the surface of the photoresist 20 of the master disk, so the condenser lens 17 functions as a liquid immersion lens.

[0021]

The light irradiated onto the photoresist film 20 of the master disk 19 from the optical head 27 forms a spot smaller than a theoretical minimum spot diameter in air according to the above-mentioned equation (1) and the principle of the liquid immersion lens and photosensitizes the photoresist film 20. Because of this, the exposure resolution improves to more than that of a conventional master disk exposure apparatus, and a more minute pattern of pits and guide grooves can be exposed with high accuracy. Details of the structure of the optical head 27 are described later.

[0022]

The light reflected from the surface of the photoresist film 20 of the master disk 19 goes through the condenser lens 17 and the relay lens 15, becomes parallel light, and is collected on the image pick-up tube 24 by the lens 22 via the mirror 11, the polarization mirror 10, and the half mirror 13. A spot shape formed by the condenser lens 17 can be checked by observing spot images 26a, 26b shown on the display 26 of the image pick-up tube 24.

[0023]

Operations of the laser beam source 1, the AO modulator 7, the AO modular 12, the turntable 21, etc. are overall managed by an undepicted controller (see Figs. 3 and 4). A preformatted signal is input to the controller, and the light emitting cycle, etc. of the AO modulator 7, etc. is adjusted accordingly.

[0024]

The following explains details of the structure of the optical head 27 of the master disk exposure apparatus 100 with reference to Figs. 2 and 3. Fig. 2 shows a perspective view in which the optical head 27 supporting the condenser lens 17 via an elastic member 18 is seen

from a lower direction. Fig. 3 shows an enlarged cross-sectional view of the optical head 27. Furthermore, in Fig. 3, in order for the readers to understand the structure of the optical head 27 easily, the water 200 emitted from the nozzle 210 is omitted.

[0025]

As shown in Fig. 2, the optical head 27 is provided with the condenser lens 17, a condenser lens holder 16a holding the condenser lens 17, and an optical head base portion 28. The condenser lens holder 16a is supported by four support members 29 fixed to a bottom surface of the base portion 28, and by elastic members 18a, for example, plate springs, connected to these members. Because of the support structure, the condenser lens holder 16a is restricted in directions parallel to the master disk plane (X, Y directions in the figure) and can be moved in an optical axis direction (Z direction in the figure) of the condenser lens 17.

[0026]

As shown in Fig. 3, the condenser lens holder 16a is provided with a relay lens holder 32 supporting the relay lens 15 above the condenser lens holder 16a via a piezo element 33. Here, the piezo element 33 changes an optical axis direction position of the relay lens 15 with respect to the condenser lens 17 and finely adjusts a focus position of the relay lens 15.

[0027]

The relay lens holder 32 is connected to the support members 29 of the base portion 28 via the elastic members 18b. Above the relay lens holder 32, a bobbin 34e forming a voice coil type actuator 140 is fixed. A coil 34f, a permanent magnet 35b, and yokes 36c, 36d that are other structural elements of the actuator 140 are mounted to the base portion 28. Thus, when the actuator 140 is driven, the condenser lens 17 and the relay lens 15 are moved in the optical axis direction (upper/lower directions in the figure) with respect to the base portion 28. Driving of the

actuator 140 is performed via the controller 88 based on the observation result of the spot images 26a, 26b by the display 26 of the image pick-up tube 24. By so doing, a gap between the end surface of the condenser lens 17 and the surface of the master disk 19 is adjusted to an appropriate value. The gap between the end surface of the condenser lens 17 and the surface of the master disk 19 is generally adjusted within a range of several  $\mu\text{m}$  through several  $10\mu\text{m}$  according to a focal length of the condenser lens 17.

[0028]

The condenser lens 17 is a hemispherical lens formed by cutting part of a sphere. It is preferable that a cross-sectional surface of the lens 17, that is, an emitting surface 17a of the lens 17, should be processed in a convex curved surface so as not to contain bubbles included in water on the surface of the emitting surface. The lens shape and the position of the cross-sectional surface of the lens are not particularly limited, but they can be processed so that the condenser lens 17 becomes a non-aberrated lens. The material of the condenser lens 17 is not particularly limited, but C, SiC,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , ZnS,  $\text{TiO}_2$ , or high refractive-index glass and common optical glass, quartz, etc. can be used.

[0029]

The following explains details of the structure of the water/developer supply device 220 shown in Fig. 1 with reference to Fig. 4. The water/developer supply device 220 is mainly constituted by tanks 82, 84 that store developer, which is alkali liquid, and water, respectively, a nitrogen pump 92 that pressurizes the inside of the tanks, pipes 80, 80a, 80b that supply water/developer into the nozzle 210 from the tanks 82 and 84, a controller 88, etc. The nozzle 210 emitting water/developer is connected to the pipe 80. From the middle of the nozzle 210, the pipe 80a connected to the developer tank 82 and the pipe 80b connected to the water tank 84 are



separately arranged. Electromagnetic valves 86a and 86b are mounted to the pipes 80a and 80b, respectively. The opening and closing are controlled by the controller 88. A flow amount control valve 90 is mounted to the middle of the pipe 80, and a flow amount of liquid emitted from the nozzle 210 is controlled via the controller 88. High-pressure nitrogen is supplied from the nitrogen pump 92 to the developer tank 82 and the water tank 84, respectively. By pressurizing the inside of the tanks, developer and water are supplied to the pipes 80a, 80b from the tanks 82, 84, respectively. The nitrogen pump 92 is also controlled by the controller 88. Furthermore, the controller 88 is common to the controller that overall manages an exposure operation of the master disk exposure apparatus as shown in Fig. 1.

[0030]

The following explains an operation of the developer/water supply device 220 as shown in Fig. 4. When exposure is performed in the master disk exposure apparatus, the controller 88 opens the electromagnetic valve 86b on the water tank 84 side and supplies water within the water tank 84 to the pipe 80. The controller 88 also controls the flow amount control valve 90 and adjusts the flow amount of water running in the pipe 80, and an appropriate amount of water is emitted from the nozzle 210. By so doing, during exposure, a gap between the condenser lens 17 and the photoresist 20 on the master disk surface is filled with water, and the condenser lens 17 functions as a liquid immersion lens. Furthermore, dust, etc. attached to the photoresist film 20 before or during exposure is washed out by water from the nozzle, so deterioration of exposure accuracy due to attachment of dust, etc. can be suppressed. Furthermore, the water amount emitted from the nozzle 210 needs to be an amount that can constantly fill the gap between the condenser lens 17 and the photoresist 20 on the master disk surface, but it is desirable that the gap that is maintained between the condenser lens 17 and the photoresist 20 on

the master disk surface should not fluctuate due to the movement of water on the master disk. In order to stabilize the flow of water on the master disk, it is also acceptable that the emitting direction of the nozzle 210 should be a horizontal direction. Furthermore, in order to reduce water resistance by the condenser lens holder 16a, the end portion of the bottom surface of the condenser lens holder 16a can form a curved surface.

[0031]

When exposure of the master disk 20 is completed, the controller 88 closes the electromagnetic valve 86b and opens the electromagnetic valve 86a on the developer tank 82 side, and thereby the liquid emitted from the nozzle 210 is switched from water to developer. The flow amount control valve 90 adjusts a flow amount of developer according to the control of the controller 88, and developer is emitted from the nozzle 210 at an appropriate speed. Thus, a developing operation of the photosensitized master disk 20 is performed.

[0032]

In the device 220 shown in Fig. 4, by switching developer and water through the electromagnetic valves 86a, 86b, the same nozzle 210 can be used for supply. Therefore, after exposure is completed, developing can be performed on the spot, without moving the photosensitized master disk.

[0033]

Furthermore, the optical head 27, the image pick-up 24, and the display 26 shown in Fig. 1 can also be used as a testing device that can test the width, depth, etc. of a pit or groove formed on the master disk after exposure and developing are completed. Thus, by having this type of master disk exposure apparatus, a conventional master disk exposure apparatus can be made into an integrated type device that can perform exposure, developing, and testing.

[0034]

[Second Embodiment]

A second embodiment of a master disk exposure apparatus according to this invention is explained with reference to Fig. 5. Fig. 5 is a cross-sectional view showing a modified example of the optical head 27 of the master disk exposure apparatus shown in Fig. 3. The optical head portion shown in Fig. 5 has the same structure as the optical head portion of the master disk exposure apparatus 100 of the first embodiment, except that the structure of the condenser lens holder 16b supporting the condenser lens 17 is different from the condenser lens holder 16a shown in Fig. 3. Thus, the same symbols are used for the members and the structure common to the master disk exposure apparatus 100 of the first embodiment, so the explanation thereof is omitted. Furthermore, Fig. 5 omits the depiction of water emitted from the nozzle 210 in order to help the readers understand the structure of the condenser lens holder 16b.

[0035]

The condenser lens holder 16b supports the condenser lens 17 in the center, and the holder bottom portion forms a conical surface so that an interval with the master disk 19 becomes larger as it is extended toward the outside. Inside of the condenser lens holder 16b, hollows (optical paths) 16f, 16g connected to the condenser lens 17 from the outside are symmetrically formed sandwiching the optical axis of the condenser lens 17. An optical fiber 40 is mounted at an aperture portion (light entering port) of one optical path 16f. A lens position detector 41 provided with a slit 41a and a detector 41b is mounted at the aperture portion (light exit port) of the other optical path 16g. The detector 41b of the lens position detector 41 is connected to the controller 88 that controls the above-mentioned voice coil motor 140. That is, in the master disk exposure apparatus of the first embodiment, control of the voice coil motor 140 is performed

based on the observation result by the display 26. However, in this embodiment, it is performed based on a detecting signal from the lens position detector 41.

[0036]

After the light emitted from the optical fiber 40 enters the condenser lens 17 via the hollow (optical path) 16f, it is reflected by the master disk 19, again goes through the condenser lens 17 and hollow (optical path) 16g, and enters the lens position detector 41. The lens position detector 41 is divided into the detectors 41a and 41b. When an interval between the end surface 17c of the condenser lens 17 and the master disk surface 20 is a predetermined appropriate value, the center of the light reflected from the master disk is designed so as to be arranged in the middle of the detectors 41a and 41b of the lens position detector 41. That is, at this time, the light amount of the reflected light of the detectors 41a and 41b becomes equal. Thus, during the exposure, that is, when water is emitted from the nozzle 210 and water flows above the photoresist 20 on the surface of the master disk, if the interval between the end surface 17c of the condenser lens 17 and the photoresist 20 of the master disk is not an appropriate interval, the reflected light detection output from the detectors 41a and 41b becomes off balance, and in response to this, the voice coil type actuator 140 is driven by the controller, and the interval between the condenser lens 17 and the master disk 19 is changed so as to be an appropriate value. Furthermore, when liquid such as water is filled in a space between the condenser lens 17 and the photoresist surface 20, if an index of refraction between the photoresist and the liquid is similar, the intensity at which the light coming from the optical fiber 40 is reflected by the photoresist surface 20 becomes small, the light amount detected by the position optical detector decreases, and a servo may become unstable. In this case, by forming a reflecting film such as aluminum,

etc. in a space between the photoresist and the master disk, the reflected light amount can be increased.

[0037]

The master disk exposure apparatus shown in Fig. 5 is provided with the lens position detector 41, so automatic adjustment is performed via the controller 88 so that the interval between the condenser lens 17 and the master disk constantly becomes an appropriate value. Thus, even when fluctuation of the condenser lens holder 16b in the upper/lower directions is generated due to fluctuation of a flow amount of water supplied to the master disk surface during exposure, the interval between the condenser lens 17 and the master disk can be converged to an appropriate value by calming the fluctuation.

[0038]

Thus, this invention is explained according to embodiments, but this invention may include various modifications and improvements of embodiments within the scope of the claims of this invention. In the above-mentioned example, a nozzle is arranged so that water/developer is emitted in the vicinity of the master disk center. However, a nozzle can be arranged at an arbitrary position as long as an interval between the master disk and the condenser lens is filled with water by the rotation of the master disk. For example, in a radial direction, a nozzle can be arranged at the same position as the condenser lens, and the front portion of the rotation direction of the master disk. The emitting direction of the liquid from the nozzle can be adjusted to an arbitrary direction by changing the direction of the nozzle.

[0039]

In the above-described embodiments, a structure was used in which water is emitted onto the master disk by using a nozzle. However, by arranging a wall surface along a master disk



outer circumference, a container having a master disk as a bottom portion may be formed, and by storing a predetermined amount of water within the container, water may be filled in a gap between the master disk and the condenser lens. Thus, the amount of water emitted from the nozzle can be reduced, or water from the nozzle can be filled within the container only before the exposure, and fluctuation of the condenser lens holder due to the movement of water can be controlled. Furthermore, the nozzle itself can be omitted, and only the above-mentioned container structure can be used. That is, as long as a method is used which can hold water in a gap between the master disk and the condenser lens, an arbitrary method can be used.

[0040]

Furthermore, a withdrawing mechanism that withdraws the optical head portion from the master disk while the optical head portion is being developed, or an optical head cover that suppresses developer from being attached to the optical head portion while the optical head portion is being developed, can be arranged on the above-mentioned master disk exposure apparatus. By having such a withdrawing mechanism or an optical head cover, the optical head portion can be protected from developer, which is alkali liquid, and erosion of the lens and the lens holder can be suppressed.

[0041]

The master disk exposure apparatus of this invention can be used for manufacturing not only an optical recording medium exclusively for reproduction such as a compact disk, a CD-ROM, a digital video disk, etc., a postscript type recording medium such as a CD-R, and a rewritable optical recording medium such as an optical magnetic disk, but also an embossed pit type magnetic recording medium used for a hard disk, etc.

[0042]

[Effects of the Invention]

With respect to the master disk exposure apparatus of this invention, by having liquid between the condenser lens and the master disk, the condenser lens can function as a liquid immersion lens. Therefore, the exposure resolution can be further improved, and a master disk for a high density recording medium on which a minute pit such as 0.2  $\mu\text{m}$  or less is formed can also be manufactured.

[0043]

Additionally, the master disk exposure apparatus of this invention does not need a developing device conventionally used for a process after exposure because this invention provides developer supply means. Thus, an exposure process and a developing process can be simplified. In particular, developer supply means is constituted by a nozzle that emits liquid or developer inserting between the optical element and the master disk onto the master disk, a supply device that supplies the liquid or developer to the nozzle, and a switching device that switches supply of the liquid or developer to the nozzle. Thus, liquid can be emitted from the nozzle by switching the developer and exposure liquid, so a developing function can be incorporated into the master exposure apparatus in a further simplified structure.

[0044]

The master disk exposure apparatus of this invention is further provided with a testing device that tests width, depth, etc. of a pit or a groove of the exposed and developed master disk. Thus, because of the master disk exposure apparatus, exposure, developing, and testing can be performed in one device, and the equipment cost can be reduced, and the processing up to manufacture of a stamper can be simplified.

[0045]

According to the master disk exposure method of this invention, master disk exposure is performed while liquid is held between an optical element that collects a laser beam and the master disk, so the optical element can function as a liquid immersion lens, and dust, etc. attached to the master disk during the exposure can be removed. Because of this, the exposure resolution of the optical head and exposure accuracy can be improved.

[Brief Description of the Drawings]

Fig. 1 is a conceptual view explaining an overall structure of a master disk exposure apparatus according to this invention.

Fig. 2 is a perspective view in which a first embodiment of an optical head of a master disk exposure apparatus according to this invention shown in Fig. 1 is seen from a lower direction.

Fig. 3 is a cross-sectional view showing the first embodiment of the optical head of the master disk exposure apparatus according to this invention shown in Fig. 1.

Fig. 4 is a conceptual view explaining a structure of a nozzle of a master disk exposure apparatus and a water/developer supply device according to the first embodiment and a second embodiment of this invention.

Fig. 5 is a cross-sectional view of an optical head of a master disk exposure apparatus according to the second embodiment of this invention.

Fig. 6 is a view explaining in which a condenser lens of the master disk exposure apparatus of this invention functions as a liquid immersion lens.

[Explanation of the Symbols]

- 3      Beam splitter
- 7      AO modulator

9	AO deflector
16a, 16b	Condenser lens holders
17	Condenser lens
18	Elastic member
20	Photoresist
27	Optical head
28	Optical head base portion
29	Support member
82	Developer tank
84	Water tank
92	Nitrogen pump
100	Master disk exposure apparatus
130	Voice coil type actuator
200	Water
210	Water/developer emitting nozzle

[Amendment]

[Filing Date] September 5, 2003

[Amendment 1]

[Document subject to Amendment] Specification

[Item subject to Amendment] Scope of the Claims

[Amending Method] Revision

[Amendment Content]

[Scope of the Claims]

[Claim 1]

A master disk exposure apparatus that photosensitizes a photoresist in a desired pattern by collecting and irradiating a laser beam onto a master disk for manufacturing a recording medium coated with a photoresist, comprising:

an optical element that collects the laser beam onto a surface of the master disk;

a nozzle that emits liquid onto the master disk on an optical path between the optical element and the surface of the master disk; and

a liquid supply device that supplies liquid to the nozzle.

[Claim 2]

The master disk as set forth in claim 1,

wherein the optical element functions as a liquid immersion lens.

[Claim 3]

The master disk as set forth in claim 1 or 2, further comprising:

means that supplies developer onto the master disk.



[Claim 4]

The master disk exposure apparatus as set forth in claim 3,  
wherein the means that supplies the developer onto the master disk is constituted by a nozzle that emits the liquid or developer onto the master disk, a supply device that supplies the liquid or developer to the nozzle, and a switching device that switches supply of the liquid or developer to the nozzle.

[Claim 5]

The master disk exposure apparatus as set forth in claim 4, further comprising  
a testing device that tests an exposed and developed master disk.

[Claim 6]

The master disk exposure apparatus as set forth in claim 5,  
wherein the testing device is an optical head including the optical element of the master disk exposure apparatus.

[Claim 7]

The master disk exposure apparatus as set forth in any of claims 1-6,  
wherein the liquid is water.

[Claim 8]

A master disk exposure method that photosensitizes a photoresist in a desired pattern by collecting and irradiating a laser beam onto a master disk for manufacturing a recording medium coated with a photoresist,

wherein master disk exposure is performed while holding liquid between the optical element that collects the laser beam and the master disk.

(7)

特開平10-255319

11

装置とから構成することにより、ノズルから現像液と露光用の液体とを切り換えて吐出することができるため、一層簡単な構造で現像機能を原盤露光装置に組み込むことができる。

【0044】本発明の原盤露光装置は、さらに、露光及び現像された原盤のピットや溝の幅や深さ等を検査するための検査装置を備えることにより、原盤露光装置により露光・現像・検査が一つの装置で可能となり、設備コストの削減及びスタンパ製造までのプロセスの簡略化を實現することができる。

【0045】本発明の原盤露光方法に従えば、レーザ光を集光するための光学素子と原盤との間に液体を介在させながら原盤露光を行うために、光学素子を液浸レンズとして機能させることができるとともに露光中に原盤上に付着した塵等を流動除去することができる。このため光ヘッドの露光解像力及び露光精度を向上させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う原盤露光装置の全体構成を説明する概念図である。

【図2】図1に示した本発明に従う原盤露光装置の光ヘッドの第1実施例を下方から見た斜視図である。

【図3】図1に示した本発明に従う原盤露光装置の光ヘッドの第1実施例を示す断面図である。

【図4】本発明の第1実施例及び第2実施例に従う原盤\*

12

\*露光装置のノズル及び水/現像液供給装置の構造を説明する概念図である。

【図5】本発明の第2の実施例に従う原盤露光装置の光ヘッドの断面図である。

【図6】本発明の原盤露光装置の集光レンズが液浸レンズとして機能することを説明する図である。

【符号の説明】

3 ビームスプリッタ

7 AO変調器

10 9 AO偏向器

16a, b 集光レンズホルダ

17 集光レンズ

18 弾性部材

20 フォトリジスト

27 光ヘッド

28 光ヘッドベース部

29 支持部材

82 現像液タンク

84 水タンク

20 92 窒素ポンプ

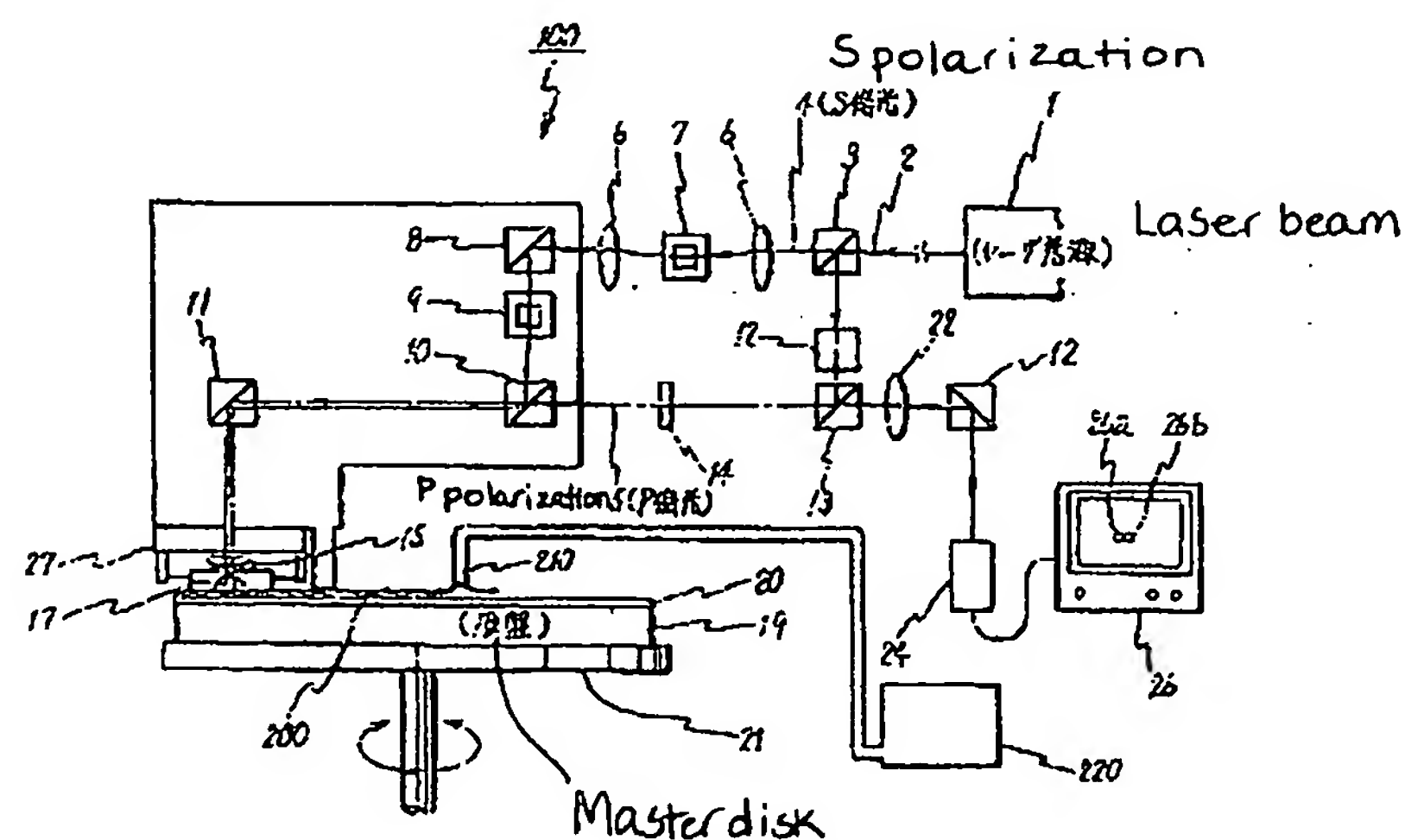
100 原盤露光装置

130 ボイスコイル型アクチュエータ

200 水

210 水/現像液吐出ノズル

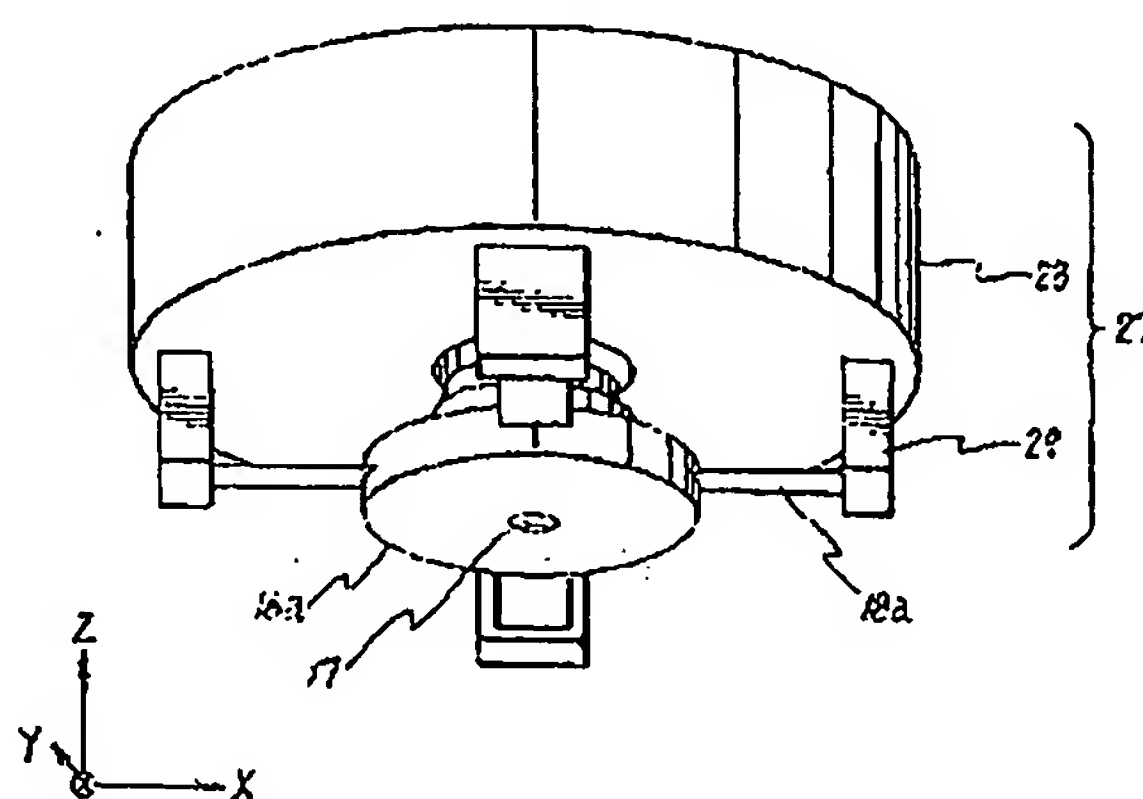
【図1】



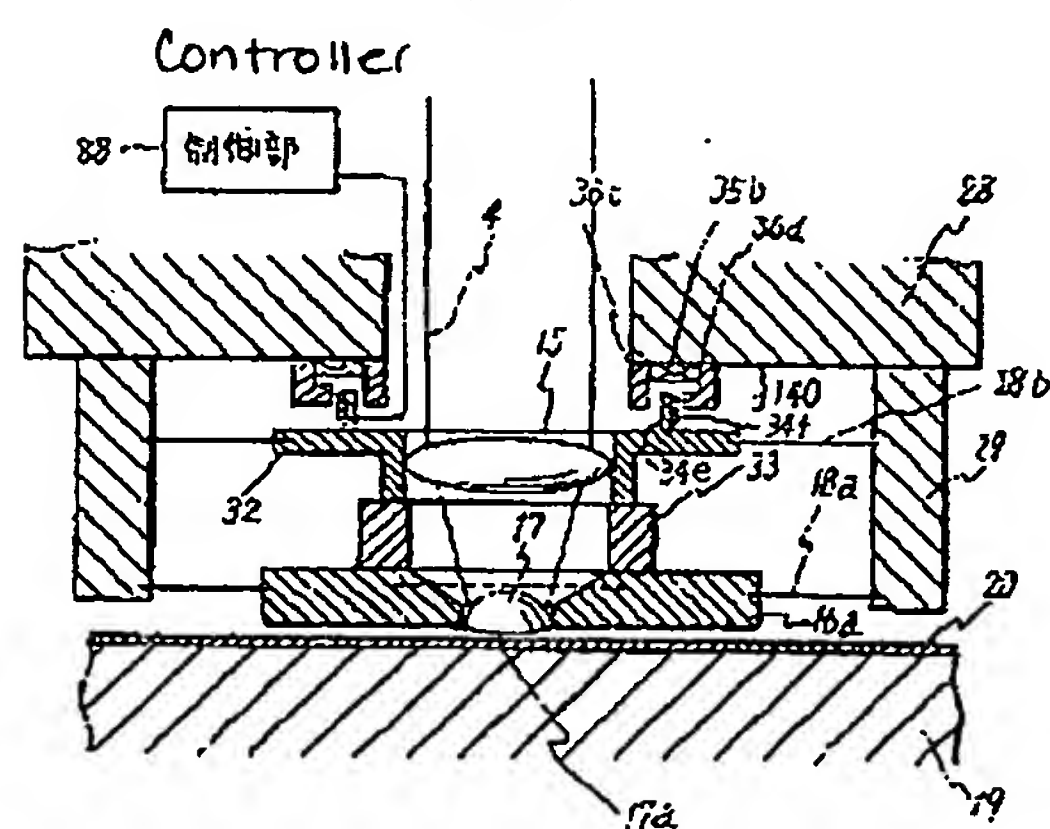
(8)

特開平10-255319

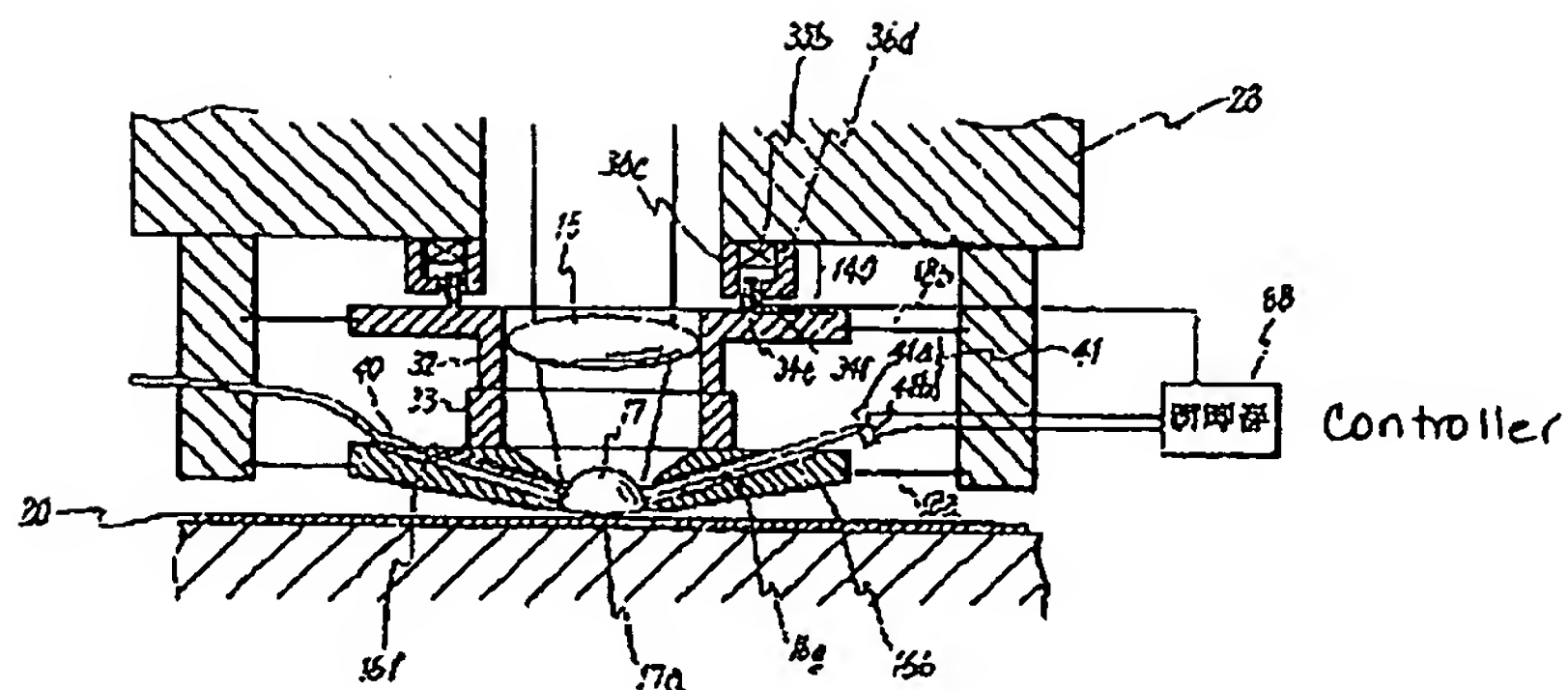
【図2】



【図3】



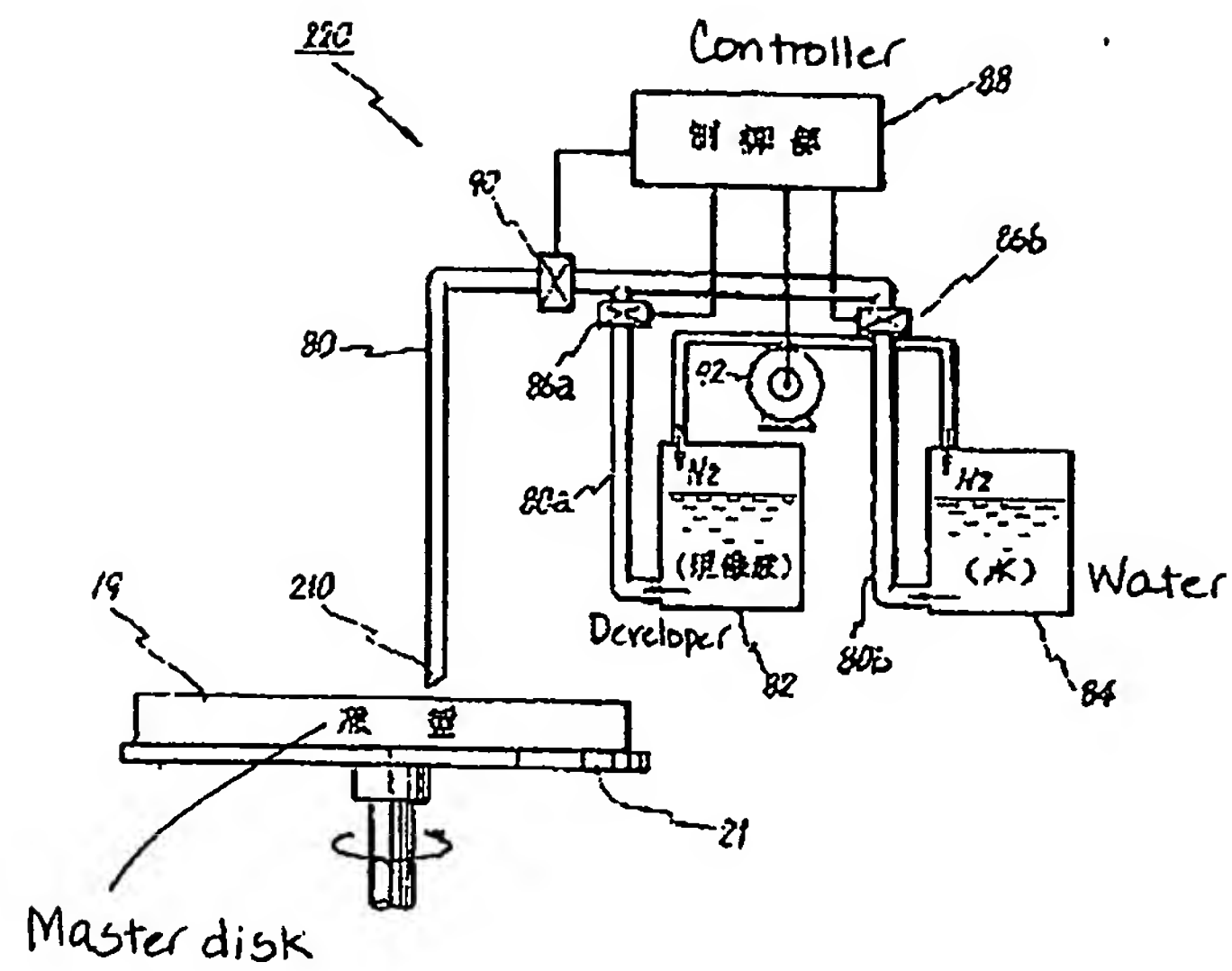
【図5】



(9)

特開平10-255319

【図4】



【図6】

